

41066-103

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Juni 2002 (13.06.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/47183 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 51/40. B29C 37/00

(72) Erfinder; und
(73) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERNDS, Adolf [DE/DE]; Adalbert-Stifter-Str. 11. 91083 Baiersdorf (DE). CLEMENS, Wolfgang [DE/DE]; Kornstr. 5. 90617 Puschendorf (DE). HARING, Peter [DE/DE]; Bahnhofstr. 162. 52146 Würselen (DE). KURZ, Heinrich [AT/DE]; II. Rote Haag Weg 1 b. 52076 Aachen (DE). VRATZOV, Borislav [BG/DE]; Wirkhsbongardstr. 24. 52062 Aachen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/04611

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT: Postfach 22 16 34. 80506 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. Dezember 2001 (07.12.2001)

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP. US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

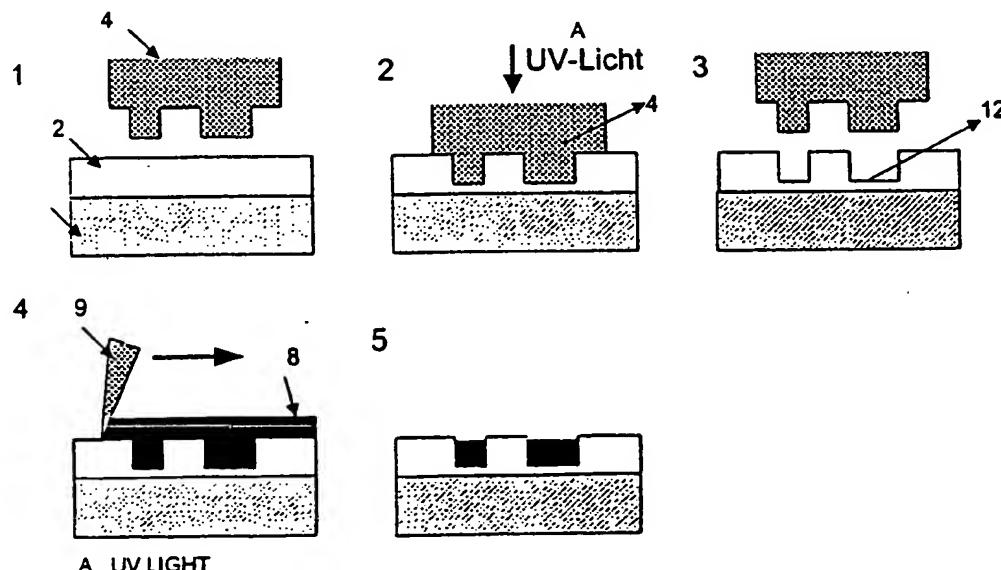
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
100 61 297.0 8. Dezember 2000 (08.12.2000) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Titel: ORGANIC FIELD-EFFECT TRANSISTOR, METHOD FOR STRUCTURING AN OFET AND INTEGRATED CIRCUIT

(54) Bezeichnung: ORGANISCHER FELD-EFFEKT-TRANSISTOR, VERFAHREN ZUR STUKTURIERUNG EINES OFETS UND INTEGRIERTE SCHALTUNG



WO 02/47183 A1

(57) Abstract: The invention relates to an organic field-effect transistor, to a method for structuring an OFET and to an integrated circuit with improved structuring of the functional polymer layers. The improved structuring is obtained by introducing, using a doctor blade, the functional polymer in the mold layer in which recesses are initially produced by imprinting.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Organischer Feld-Effekt-Transistor, Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und integrierte Schaltung

5

Die Erfindung betrifft einen Organischen Feld-Effekt-Transistor, ein Verfahren zur Strukturierung eines OFETs und eine integrierte Schaltung mit verbesserter Strukturierung der Funktionspolymerschichten:

10

Organische integrierte Schaltkreise (integrated plastic circuits) auf der Basis von OFETs werden für mikroelektronische Massenanwendungen und Wegwerf-Produkte wie Identifikations- und Produkt-„tags“ gebraucht. Ein „tag“ ist z.B. ein elektronischer Streifencode, wie er auf Waren angebracht wird oder auf Koffern. OFETs haben ein weites Einsatzgebiet als RFID-tags: radio frequency identification - tags, die nicht nur auf der Oberfläche angeordnet sein müssen. Bei OFETs für diese Anwendungen kann auf das excellente Betriebsverhalten der Silizium-Technologie verzichtet werden, aber dafür sollten niedrige Herstellungskosten und mechanische Flexibilität gewährleistet sein. Die Bauteile wie z.B. elektronische Strich-Kodierungen, sind typischerweise Einwegprodukte und sind wirtschaftlich nur interessant, wenn sie in preiswerten Prozessen hergestellt werden.

Bisher wird, wegen der Herstellungskosten, nur die Leiterschicht des OFETs strukturiert. Die Strukturierung kann nur über einen zweistufigen Prozess („Lithographiemethode“ vgl. dazu Applied Physics Letters 73(1), 1998, S.108.110 und Mol.Cryst.Liq. Cryst. 189, 1990, S.221-225) mit zunächst vollflächiger Beschichtung und darauffolgender Strukturierung, die zudem materialspezifisch ist, bewerkstelligt werden. Mit „Materialspezifität“ ist gemeint, dass der beschriebene Prozess mit den genannten photochemischen Komponenten einzig an dem leitfähigen organischen Material Polyanilin funktioniert. Ein anderes leitfähiges organisches Material, z.B. Polypyr-

Rakeln von zumindest einem Funktionspolymer in eine Negativ-Form. Schließlich ist Gegenstand der Erfindung eine integrierte Schaltung, die zumindest einen OFET, der zumindest eine strukturierte Leiterschicht und eine weitere strukturierte Schicht hat, umfasst.

- Als Negativ-Form wird eine strukturierte Schicht oder ein Teil einer strukturierten Schicht bezeichnet, die Vertiefungen enthält, in die das Funktionspolymer, das z.B. eine Elektrode eines OFETs oder eine Halbleiter- oder eine Isolatorschicht bildet, durch Rakeln eingefüllt wird.

Das Verfahren umfasst folgende Arbeitsschritte:

- a) auf einem Substrat oder einer unteren Schicht wird eine, 15 ggf. vollflächige Formschicht, die nicht auf den Bereich, der strukturiert werden soll beschränkt sein muss, aufgebracht. Diese Formschicht ist nicht das Funktionspolymer (also halbleitende, leitende oder isolierende Schicht), sondern ein anderes organisches Material, das als Form 20 oder Klischee für die leitende organische Elektroden- schicht dient. Dieses andere organische Material sollte isolierende Eigenschaften haben.
- b) die Formschicht erhält durch Imprinting (Eindrücken eines Stempelabdrucks mit nachfolgender Aushärtung durch Belichten) Vertiefungen, die den Strukturen entsprechen,
- c) in diese Vertiefungen wird dann das Funktionspolymer flüssig, als Lösung und/oder als Schmelze hineingerakelt.

Die Negativ-Form der Struktur auf der Formschicht kann durch 30 die Imprintmethode, die eine auf dem Gebiet der elektronischen und mikroelektronischen Bauteile ausgereifte Technik darstellt, auf dem Substrat oder einer unteren Schicht erzeugt werden. Das Material der Negativ-Form kann ein UV-härtender Lack sein, der nach Imprinting und Belichten Ver- 35 tiefungen besitzt.

In der Regel kann man die Funktionspolymere weitgehend in ihrer optimalen Konsistenz belassen. So besitzt z.B. Polyanilin als leitfähiges organisches Material bei optimaler Leitfähigkeit eine bestimmte Viskosität. Wenn Polyanilin beispielsweise gedruckt werden soll und nicht eingerakelt, so muss seine Viskosität auf einen der Druckmethode angepassten Wert eingestellt werden. Das bedeutet meistens Einbusse der Leitfähigkeit. Für das Rakeln ist die Viskositätsspanne ungleich größer als für das Drucken, so dass in aller Regel keine Viskositätsänderungen am organischen Material vorgenommen werden müssen.

Schließlich ist ein Vorteil der Rakelmethode die Fähigkeit zu dicken Schichten. So ist z.B. die Leitfähigkeit von 1 μm dicken Polymerelektroden effektiv höher als bei üblicherweise 0,2 μm Schichtdicke. Ein OFET mit einer Schichtdicke im Bereich von bis zu 1 μm , insbesondere im Bereich von 0,3 bis 0,7 μm ist deshalb vorteilhaft.

Als „Funktionspolymer“ wird hier jedes organische, metallorganische und/oder anorganische Material bezeichnet, das funktionell am Aufbau eines OFET und/oder einer integrierten Schaltung aus mehreren OFETs beteiligt ist. Dazu zählen beispielhaft die leitende Komponente (z.B. Polyanilin), das eine Elektrode bildet, die halbleitende Komponente, die die Schicht zwischen den Elektroden bildet und die isolierende Komponente. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Bezeichnung „Funktionspolymer“ demnach auch nicht polymere Komponenten, wie z.B. oligomere Verbindungen, umfasst.

Als „organisch“ wird hier kurz alles, was „auf organischem Material basiert“ bezeichnet, wobei der Begriff „organisches Material“ alle Arten von organischen, metallorganischen und/oder anorganischen Kunststoffen, die im Englischen z.B. mit „plastics“ bezeichnet werden, umfasst. Es handelt sich um alle Arten von Stoffen mit Ausnahme der klassischen Halbleiter (Germanium, Silizium) und der typischen metallischen Le-

fertigen OFET das Funktionspolymer 8 die Vertiefungen 12 der Formschicht 2 ausfüllt.

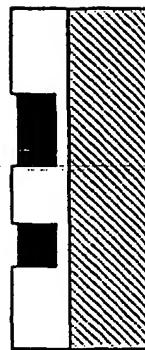
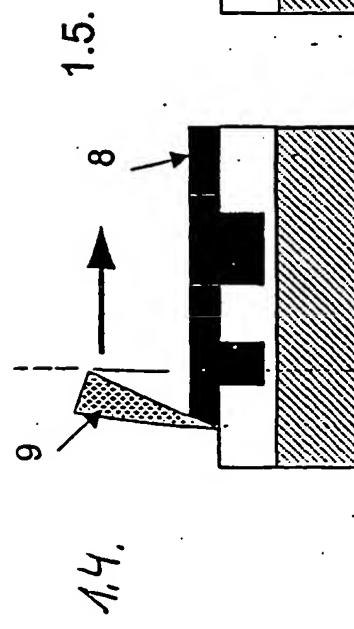
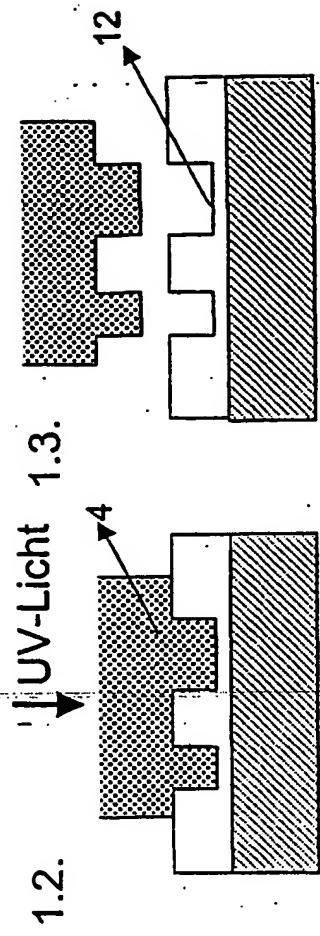
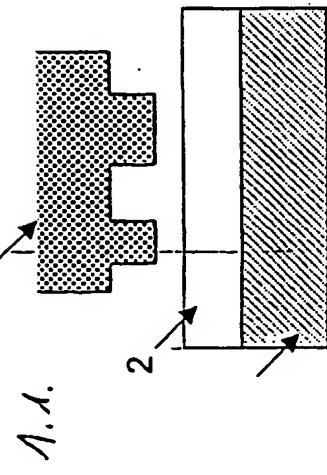
Figur 2 zeigt eine weitere Ausführungsform des Verfahrens im kontinuierlichen Prozess oder kontinuierlichen Rollendruck. Zu sehen ist das Band aus Substrat oder unterer Schicht 1 mit dem Formpolymer 2, das ein UV-härtbarer, aber auch ein thermisch härtbarer Lack sein kann. Dieses Band wird nun von links nach rechts, wie durch den Pfeil 13 angedeutet, entlang mehrerer Andruckrollen 10 verschiedenen Arbeitsschritten unterworfen. Zunächst passiert es das Schattenblech 3, mit dem das noch nicht gehärtete Formpolymer 2 gegen Bestrahlung geschützt wird. Danach werden in das Formpolymer 2 mit Hilfe der Stempelrolle 4 Vertiefungen eingeprägt, die mit der in der Stempelrolle 4 integrierten UV-Lampe 5 gleich angehärtet werden. Die von 5 ausgehende Pfeilrichtung zeigt die Richtung des Lichtkegels, der von 5 ausgestrahlt wird, an. Das mit Vertiefungen 12 in der Formschicht 2 versehene Band zieht dann unter einer UV-Lampe oder Heizung 6 zur Nachhärtung vorbei, so dass ein strukturierter Lack 7 entsteht. In den strukturierten Lack 7 mit den Vertiefungen 12 wird dann mit dem Rakel 9 das Funktionspolymer 8 eingerakelt, so dass die fertige Struktur 11 entsteht.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, bei dem die Formschicht nach der Strukturierung entfernt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, bei dem zumindest zweimal das Funktionspolymer in die Vertiefungen der Formschicht eingerakelt wird.
5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei dem die Vertiefungen in der Formschicht durch Imprinting erzeugt werden.
10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, das als kontinuierliches Verfahren mit einem durchlaufenden Band durchgeführt wird.

1/2

200019494

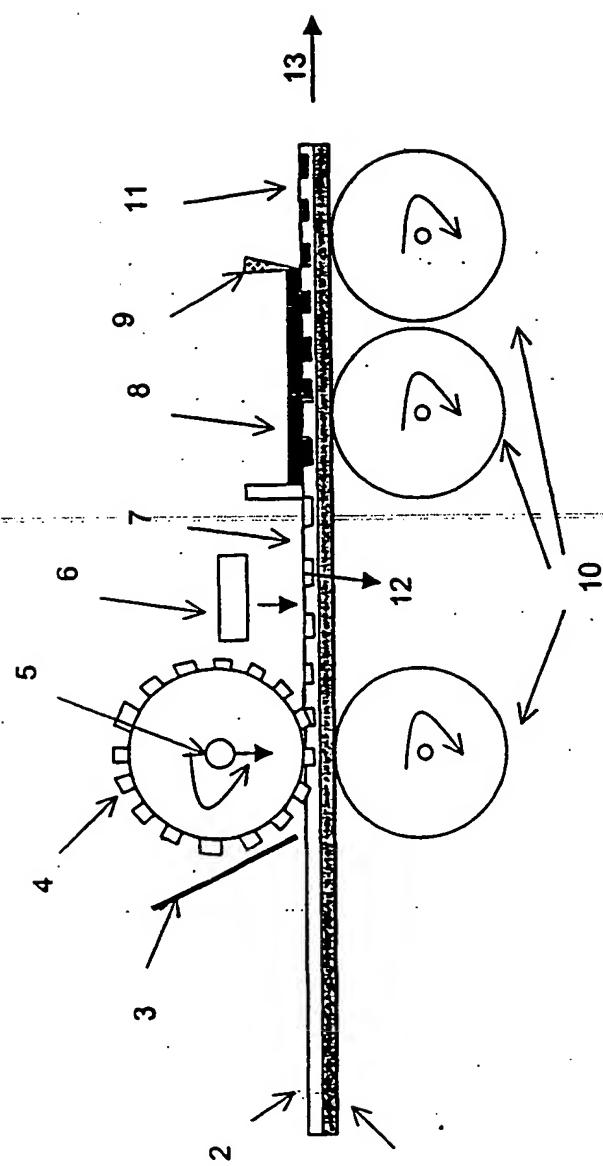
Figure 1)



2/2

200019494

Figur 2)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/04611

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L51/40 B29C37/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 198 51 703 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 4 May 2000 (2000-05-04) column 1, line 31 - line 63; figure 3	1,4
Y	EP 0 962 984 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 8 December 1999 (1999-12-08) the whole document	2,3,5-10
Y	ROGERS J A ET AL: "PRINTING PROCESS SUITABLE FOR REEL-TO-REEL PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE ORGANIC TRANSISTORS AND CIRCUITS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 9, 5 July 1999 (1999-07-05), pages 741-745, XP000851834 ISSN: 0935-9648 page 741, column 1, line 8 - line 31	2,3,5-10
		-/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *8* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 2002

Date of mailing of the international search report

23/04/2002

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pusch, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/04611

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 19851703	A	04-05-2000	DE	19851703 A1	04-05-2000
EP 0962984	A	08-12-1999	EP	0962984 A2	08-12-1999
			JP	2000029403 A	28-01-2000
			TW	410478 B	01-11-2000
			US	6150668 A	21-11-2000
WO 0219443	A	07-03-2002	DE	10043204 A1	04-04-2002
			WO	0219443 A1	07-03-2002
WO 0079617	A	28-12-2000	AU	5549600 A	09-01-2001
			EP	1192676 A1	03-04-2002
			WO	0079617 A1	28-12-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/04611

A. KLASSEFIZIERUNG DES ANMELDUNGS GEGENSTANDES
IPK 7 H01L51/40 B29C37/00

Nach der internationalen Patentklassifizierung (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestpräzision (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L B29C

Recherchierte aber nicht zum Mindestpräzision gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 51 703 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 4. Mai 2000 (2000-05-04) Spalte 1, Zeile 31 – Zeile 63; Abbildung 3	1,4
Y	EP 0 962 984 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC) 8. Dezember 1999 (1999-12-08) das ganze Dokument	2,3,5-10
Y	ROGERS J A ET AL: "PRINTING PROCESS SUITABLE FOR REEL-TO-REEL PRODUCTION OF HIGH-PERFORMANCE ORGANIC TRANSISTORS AND CIRCUITS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 11, Nr. 9, 5. Juli 1999 (1999-07-05), Seiten 741-745, XP000851834 ISSN: 0935-9648 Seite 741, Spalte 1, Zeile 8 – Zeile 31	2,3,5-10
		-/-

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- * A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- * E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- * L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- * O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- * P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

*T Später Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

*X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

*Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

*Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendatum des internationalen Recherchenberichts

12. April 2002

23/04/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Pusch, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/04611

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19851703	A	04-05-2000	DE	19851703 A1		04-05-2000
EP 0962984	A	08-12-1999	EP	0962984 A2		08-12-1999
			JP	2000029403 A		28-01-2000
			TW	410478 B		01-11-2000
			US	6150668 A		21-11-2000
WO 0219443	A	07-03-2002	DE	10043204 A1		04-04-2002
			WO	0219443 A1		07-03-2002
WO 0079617	A	28-12-2000	AU	5549600 A		09-01-2001
			EP	1192676 A1		03-04-2002
			WO	0079617 A1		28-12-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.